

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平8-297009

(43) 公開日 平成8年(1996)11月12日

(51) Int.Cl.⁶

G 0 1 B 9/02

識別記号

庁内整理番号

F I

G 0 1 B 9/02

技術表示箇所

審査請求 未請求 請求項の数 3 F D 外国語出願 (全 28 頁)

(21) 出願番号 特願平8-97268

(22) 出願日 平成8年(1996)3月15日

(31) 優先権主張番号 08/418328

(32) 優先日 1995年4月7日

(33) 優先権主張国 米国 (U S)

(71) 出願人 591226829

ディスコビジョン アソシエイツ

アメリカ合衆国, カリフォルニア州

92714, アーバイン, スウィート 200, メ

イン・ストリート 2355

(72) 発明者 イヴァン プリキュリル

アメリカ合衆国, コロラド州 80906, コ

ロラド・スプリングス, スプリュース・レ

ーン 1740

(72) 発明者 ホリス オニール ホール ザ セカンド

アメリカ合衆国, コロラド州 80922, コ

ロラド・スプリングス, リーオティ・ドラ

イブ 2935

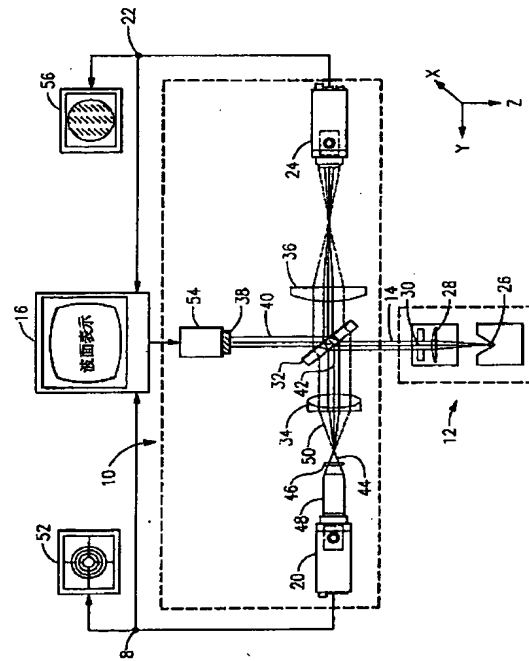
(74) 代理人 弁理士 伊藤 嘉昭

(54) 【発明の名称】 マイクロミラーを有している干渉計

(57) 【要約】 (修正有)

【課題】 光学ビーム試験システム、特に光学ビームの波面のクオリティを評価するためのマイクロミラーを有している干渉計である。

【解決手段】 干渉計は、ソースビームを試験ビーム及び基準ビームに分割するためのビームスプリッタと、干渉パターンを検出するための結像デバイスと、試験ビームの経路に配置され、試験ビームを前記結像デバイスの方向へ反射するためのミラーと、結像デバイスの方向へ反射するためのマイクロミラーと、基準ビームをマイクロミラーに集光させるために設けられた集光機構と、を備えている。マイクロミラーの横方向の寸法は、集光機構によって集光される基準ビームの中心ローブのほぼ横方向の寸法以下である。ビームの収差の影響を低減するための空間フィルタは、透明ベース上に設けられた反射体を備え、反射体の横方向の寸法は、反射体に集光するビームの空間強度分布の中心ローブのほぼ横方向の寸法以下である。



1

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 ソースビームを試験ビーム及び基準ビームに分割するためのビームスプリッタと、干渉パターンを検出するための結像デバイスと、前記試験ビームの経路に配置され、前記試験ビームを前記結像デバイスの方向へ反射するためのミラーと、前記基準ビームの経路に配置され、前記基準ビームの一部を前記結像デバイスの方向へ反射するためのマイクロミラーと、前記基準ビームの経路の、前記ビームスプリッタと前記マイクロミラーとの間に配置され、前記基準ビームを前記マイクロミラーに集光させるための集光手段と、を備え、前記マイクロミラーの横方向の寸法が、前記集光手段によって集光される前記基準ビームの中心ローブのほぼ横方向の寸法以下であり、前記試験ビームが前記ミラーによって反射され、且つ前記基準ビームの一部が前記マイクロミラーによって反射され、前記反射された試験ビーム及び前記基準ビームの前記反射された部分の両者が前記結像デバイスに入射して、当該結像デバイスに測定可能な干渉パターンを形成する干渉計。

【請求項 2】 ビームの収差の影響を低減するための空間フィルタにおいて、当該フィルタが、透明ベース上に設けられた反射体を備え、当該反射体の横方向の寸法が、前記反射体に集光する前記ビームの空間強度分布の中心ローブのほぼ横方向の寸法以下である空間周波数フィルタ。

【請求項 3】 波面測定システムのビームをフィルタ処理するための方法において、前記ビームを集光するための工程と、前記ビームの集光時に、前記集光されたビームの空間強度分布の中心ローブのほぼ横方向の寸法以下の中心部分を有する、前記集光されたビームの第 1 部分を反射する工程と、前記第 1 部分以外の部分から成る、前記集光されたビームの第 2 部分を伝送させる工程と、を備えている方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】本発明は、光学ビーム試験システム、特に光学ビームの波面のクオリティを評価するためのマイクロミラーを有している干渉計に関するものである。

【0002】試験中にソースビームから基準ビームを抽出するためのシステムが幾つか存在する。このような基準ビームが干渉などの応用に有効であることは、すでに知られている。ピンホール、すなわち極めて小さな開口を用いて、試験対象のソースから射出されるビームから基準ビームを生成するシステムも存在する。元のソースビームから基準ビームを生成することによって、波長が同一で且つ元のソースビームに対して一定の位相関係を

2

有する基準ビームが提供される。しばしば、ピンホールを用いて、ソースビーム中に存在する収差の影響を比較的受けない基準ビームを提供することができる。十分に小さなピンホールが収差を有するビームの経路に配置されると、収差に起因するエネルギーの大部分が通過しないため、比較的クリーンなビームが生成されることが周知である。

【0003】幾つかの現存の干渉計システムの場合、基準として使用されるビームから収差を除去するために、ビーム拡大器が使用されていた。現存の干渉計システムに関しては、「コンパクトディスクレーザピックアップの波面を評価するための位相測定放射状シヤー干渉計、ビー イー トゥラックス、光工学国際協会会報、Vol. 661(1986),74(「トゥラックス」) (「A Phase Measuring Radial Shear Interferometer for Measuring the Wavefronts of Compact Disk Laser Pickups」 B.E. Truax, Proceedings of SPIE-The International Society for Optical Engineering, Vol.661(1986),74(「Truax」))」に記載されている。ここに記載されているシステムの場合、干渉計は、レーザビームソースの出力に配置されている。ビームスプリッタは、ソースビームを試験ビームと基準ビームとに分割する。ビーム拡大器との関連で開口が使用され、基準として使用されるビームから収差を除去することができる。

【0004】このような開口／ビーム拡大器のシステムは、一般的に平行なビーム入力を受光して、平行な出力を生成する。このようなシステムの場合、ビームは開口を通過して、ビームの中心から離れるに連れて比例して大きくなる収差エネルギーをフィルタ処理する。最終的にフィルタ処理されたビームはこの時ナロービームとなっているが、拡大されてソースビームの幅に復元される。

【0005】上記のように、このようなシステムは、一般的に平行なビーム入力を受光する。ビームが平行であるため、そのエネルギーは、集光ビームのように中心に集中していない。10%開口-10倍ビーム拡大器システムの場合、開口の直径は、ビームの直径の10分の1である。従って、開口領域は、元のビーム領域の約100分の1である。このような10%開口システムが平行ビームとともに一般的に使用されると、実質的にビームの全エネルギーが開口を通過しない。このエネルギーの大きな損失は、このようなシステムで試験され得るソースのパワーレベルにおける下方限界を決定する。

【0006】トゥラックスに記載されているシステムの場合、ビーム拡大器から戻される試験ビーム及び基準ビームは、ビームスプリッタによって再び結合され、1セットのレンズ及びミラーによって案内され、ビデオカメラのピックアップ上に干渉パターンを形成する。干渉パターンは分析され、理想的な波面を生成するソースビームの出射を示すデータを生成する。

【0007】トゥラックスに記載されているシステムの欠点は、システム構成素子及びソースのアラインメント及び配置を検査して補正するために試験用セットアップとは異なるセットアップに干渉計を再構成しなければならないことである。たとえば、トゥラックスに記載されているシステムの場合、ミラーは、試験に使用される通常の方向からビデオカメラに光が当たらない場所に摺動される。ソースからのビームは、ピンホールが存在する面の中心に集光される。集光されたビームの一部は前記面で反射されて戻され、アラインメントレンズを介して摺動ミラーに案内される。当該摺動ミラーにおいて、前記集光されたビームの一部がビデオカメラに向かって反射される。

【0008】試験中に、逆方向からピンホールを照射するのにLEDが使用される。その後、ピンホールが後方から照射されている間、システムの構成要素が調整されてアラインメントがとられ、後方照射によるピンホールの像が、試験対象のソースによって生成される集光スポットの像と重なるようにする。アラインメントが完了すると、摺動ミラーがビーム経路外へ摺動し、干渉計が試験用セットアップに再構成される。

【0009】アラインメント動作の間に試験用セットアップを変更できるように構成すると、システムの複雑さが増すとともに、試験用にシステムを構成する間にアラインメントをチェックできないという欠点が生じる。

【0010】従って、本発明の目的は、比較的収差の影響を受けない第1ビームを供給するとともに、アラインメントを監視するために使用され得る第2ビームを同時に供給する光学フィルタを提供することにある。

【0011】本発明の他の目的は、ソースビームに存在する収差の影響を比較的受けない基準ビームを生成するためのマイクロミラーを備えている干渉計を提供することにある。

【0012】本発明のさらに他の目的は、アラインメント動作の間に、セットアップを変更する必要のない干渉計を提供することにある。

【0013】本発明のこれらの目的及び他の目的は、ソースビームにおける収差の影響を比較的受けない基準ビームを生成するためのマイクロミラーを有している干渉計によって達成される。

【0014】干渉計は、干渉パターンを生成して検出するのに使用され、当該干渉パターンは干渉パターン分析器に出力される。本発明による干渉計は、試験中、ソースからのソースビーム入力を受光する。本干渉計は、ソースビームを試験ビーム及び基準ビームに分割するためのビームスプリッタを備えている。当該干渉計は、試験ビームの経路に配置され、試験ビームをビームスプリッタの方向へ戻るように反射するミラーを有している。当該ミラーは、試験ビームに対して長手方向に移動可能であり、基準ビームの位相に対して試験ビームの位相を

更することができる。

【0015】マイクロミラーは、基準ビームの経路に配置され、基準ビームの一部をビームスプリッタに戻るよう反射する。基準ビームの経路の、ビームスプリッタとマイクロミラーとの間に、レンズなどの集光手段を設け、基準ビームをマイクロミラーに集光させる。当該マイクロミラーは反射体を有している。当該反射体の横方向の寸法は、集光手段によって集光される基準ビームの空間強度分布の中心ローブのほぼ横方向の寸法以下である。マイクロミラーの横方向の寸法は、集光される基準ビームの空間強度分布の中心ローブの横方向の寸法の約3分の1であることが好ましい。干渉計は、マイクロミラーの後方に配置されたアラインメント検出器を備えていることが好ましい。

【0016】集光された基準ビームの中心ローブよりも小さな反射領域を有する本発明によるマイクロミラーは、空間フィルタ (spatial filter) としても機能して、ビーム中の収差の影響を低減する。

【0017】当該フィルタは反射体を有している。当該反射体の横方向の寸法は、当該反射体に集光するビームの中心ローブのほぼ横方向の寸法以下である。反射体の横方向の寸法は、前記集光ビームの中心ローブの横方向の寸法の約3分の1以下であることが好ましい。

【0018】また、本発明は、ビームをフィルタ処理する方法も提供する。当該ビームは、反射-透過面上に集光される。ビームの中心部分は反射されるが、中心部分の外側に存在する他の部分は透過される。反射された中心部分は、集光されたビームの空間強度分布の中心ローブのほぼ横方向の寸法以下である。

【0019】反射された部分の寸法は、ビームの空間強度分布の中心ローブの横方向の寸法の約3分の1であることが好ましい。反射されたビームの精度及び強度が、反射対象として選択された部分の寸法によって影響を受けることは、当該技術分野における当業者にとって明らかである。反射部分をより小さく選択することによって、より精度を高めること、すなわち、より収差の少ない基準ビームを生成することができる。一方、反射部分を大きく選択すると、より強度の高い基準ビームを生成することができる。

【0020】マイクロミラーは、空間フィルタとして機能するとともに、空間フィルタを提供する。当該空間フィルタは、フィルタ処理されていない入射試験ビームの一部と干渉する基準ビームとして知られる反射されたビーム部分を供給するとともに、アラインメント監視システムによって受光される透過ビーム部分を供給する。

【0021】ビームをフィルタ処理するための方法によれば、フィルタ処理されたビーム部分がアラインメント監視システムによって受光される。当該方法によって、たとえば干渉計などの波面測定システムの照準及びアラインメントが、波面測定システムの構成を変更すること

なくモニタされる。

【0022】本発明による干渉計の一つの好適な実施の形態は、ソースビームを試験ビーム及び基準ビームに分割するためのビームスプリッタと、干渉パターンを検出するための結像デバイスと、前記試験ビームの経路に配置され、前記試験ビームを前記結像デバイスの方向へ反射するためのミラーと、前記基準ビームの経路に配置され、前記基準ビームの一部を前記結像デバイスの方向へ反射するためのマイクロミラーと、及び、前記基準ビームの経路の、前記ビームスプリッタと前記マイクロミラーとの間に配置され、前記基準ビームを前記マイクロミラーに集光させるために用いられる集光機構と、を備えている。当該発明の一態様によれば、前記マイクロミラーの横方向の寸法が、前記集光機構によって集光される前記基準ビームの中心ローブのほぼ横方向の寸法以下であり、前記試験ビームが前記ミラーによって反射され、且つ前記基準ビームの一部が前記マイクロミラーによって反射され、前記反射された試験ビーム及び前記基準ビームの前記反射された部分の両者が前記結像デバイスに入射して、当該結像デバイス上に測定可能な干渉パターンを形成する。上記本発明の一例では、マイクロミラーの後方にアラインメント検出器をさらに設けることができる。

【0023】本発明の他の態様によれば、ビームの収差の影響を低減するための空間フィルタが設けられている。当該フィルタは、透明ベース上に設けられた反射体を備え、当該反射体の横方向の寸法が、前記反射体に集光する前記ビームの空間強度分布の中心ローブのほぼ横方向の寸法以下である。

【0024】本発明のさらに他の態様によれば、波面測定システムのビームをフィルタ処理するための方法が開示されている。当該方法は、前記ビームを集光するための工程と、前記ビームの集光時に、前記集光されたビームの空間強度分布の中心ローブのほぼ横方向の寸法以下の中心部分を有する、前記集光されたビームの第1部分を反射する工程と、前記第1部分以外の部分から成る、前記集光されたビームの第2部分を通過させる工程と、を備えている。

【0025】本発明の他の目的は、本発明に寄与する他の特徴及び本発明から生じる効果とともに、以下の本発明の好適な実施の形態に関する説明から明らかである。

【0026】図1に、試験中に光源、すなわちSUT12の測定に使用する干渉計10を示す。干渉計10の入力に、SUT12からのビーム14を供給する。アラインメント(alignment)カメラ20からのアラインメント信号18及びフリンジ(fringe)カメラ24からのフリンジ信号22によって構成される干渉計10の出力は、波面分析器16への入力形成する。SUT12内に、放射点源26、コリメータ28、及びSUT12からのビーム幅を決定するビーム開口を形成する射出ひと

み30を設ける。

【0027】干渉計10内に、ビームスプリッタ32と；基準経路レンズ34と；イメージレンズ36と；試験経路ミラー38と；マイクロミラー44と；当該実施の形態においてはアラインメントカメラ20として構成しているが、ビデオカメラとしても構成可能な好適アラインメントイメージ信号トランスデューサと；フリンジカメラ24などのビデオカメラとしても構成可能なフリンジイメージ信号トランスデューサと、を設けている。

【0028】図1に示すように、ビームスプリッタ32は、SUT12からのビーム14を2つのビーム、すなわち試験経路ビーム40及び基準経路ビーム42に分割する。試験経路ビーム40は、ビームスプリッタ32から試験経路ミラー38へ進行する。試験経路ミラー38において試験経路ビーム40は反射されて、ビームスプリッタ32に戻され、これによってフリンジカメラ24へ反射される。その後、反射された試験経路ビームは、イメージレンズ36によって集光され、フリンジカメラ24上に射出ひとみ30の像を形成する。基準経路ビーム42は、ビームスプリッタ32から離れる方向に進行し、基準経路レンズ34によってマイクロミラー44上に集光される。ビームスプリッタ32と試験経路ミラー38との間の距離は、好ましくは、ビームスプリッタ32とマイクロミラー44との間の距離に等しくなるように選択され、試験経路ミラー38及びマイクロミラー44から戻されてフリンジカメラ24へ入射するビームは互いに位相変化がなく、干渉縞が形成され、波面分析器16によって分析される。

【0029】マイクロミラー44は、集光されたビームの中心部分からのエネルギーのみを反射して、残りのエネルギーが透明ベース46及びアラインメントイメージレンズ48を通過してアラインメントカメラ20に至るようにする。マイクロミラー44によって反射された基準ビーム42の部分50は、基準経路レンズ34によって平行にされ、ビームスプリッタ32及びイメージ経路レンズ36を通過して、このようにして、射出ひとみ30をフリンジカメラ24のピックアップに結像させる。

【0030】アラインメントカメラ20は、アラインメントイメージレンズ48とともに、マイクロミラー44及び透明ベース46の後方に配置される。透明ベース46に当たるが、マイクロミラー44には当たらない基準経路ビーム42の光によって、マイクロミラー44によって生じる最終的な陰に伴う集光スポットの像が、アラインメントカメラ20に投影される。

【0031】アラインメント信号18は、アラインメントカメラ20からモニタ52に出力され、マイクロミラー44の適切なアラインメントが見出される。モニタ52は、集光されたスポットの像及びマイクロミラー44によって生じる最終的な陰を表示する。ディスプレイを看ているオペレータは、マイクロミラー44またはSUT

T12を含む他の構成素子の位置を調整して、正確な照準、水平アラインメント、及び基準経路ビーム34のマイクロミラー44への集光を保持できるようにしてもよい。一般的に、干渉計10の構成素子は、いくつかの基準条件に基づき調整され、その後、SUT12の照準及びアラインメントが調整される。SUT12の照準は、コリメータ28に対して横方向へ放射源26を移動させることによって調整され得る。放射源の照準及びアラインメントは、干渉計10の構成を何ら変更することなく、監視及び調整可能であることは、上記より明らかである。

【0032】マイクロメータ44は、ガラスなどの透明な基板にメッキ及び写真石版印刷を選択的に施すなどの幾つかの既知の工程のいずれによっても作成され得る。添付書類Aに、本発明による空間フィルタ及び干渉計を構成するのに使用可能で、商業的に入手可能な構成素子のリストを示す。

【0033】マイクロミラー44は、ソースビームの収差の影響を比較的受けないソースビームから、基準ビームを生成する機能を有する。マイクロミラーの大きさの選択に関しては、図2を参照して以下に説明する。

【0034】図2において、曲線202は、収差の影響を受けない集光ビームの空間強度分布を、強度対横軸として示している。ピーク強度204が中心線206で生じるように、非収差ビームの照準が合わされ、且つアラインメントが調整される。最小強度208は、0次回折最小または第1ゼロ(null)としても知られている、第1最小点210及び212で生じる。非収差ビーム202の空間強度分布は、第2最小点214及び216においても最小を示す。これらの最小点は、1次回折最小または第2ナル(null)としても知られている。

【0035】第1最小点210と212との間の相対的に強度の高い領域は、強度分布の中心ローブを規定する。中心ローブの横方向の寸法は、第1最小点210と212との間の距離218によって規定される。一般的に、空間強度分布の中心ローブの横方向の寸法は、集光レンズの開口数及び使用される波長等をファクタとして与えると、数学的に推定可能である。代案として、中心ローブの横方向の寸法218は、同様の放射源及び使用される特定の光学系に関して行われた測定結果から経験的に求めることもできる。

【0036】副ローブ220および222は、それぞれ第1最小点210と第2最小点214との間の領域、及び第1最小点212と第2最小点216との間の領域によって規定される。集光された非収差ビームの場合、エネルギーの大部分は、第1最小点210と212との間の曲線202の下方の領域によって規定される中心ローブに集中する。

【0037】曲線230は、集光ビームの空間強度分布を示し、これはコマとして知られている特定種類の収差

を示している。この種の収差が存在すると、ビームの強度分布は非対称となり、多少一方に推移する。他方、副ローブ236の強度は、依然として非収差ビームの副ローブ220の強度よりも相対的に高いままである。従って、コマ収差を有する収差ビームの副ローブ236内に、非収差ビームの副ローブ220よりも多くのエネルギーが存在する。図3は、非収差ビーム302及びコマ収差を有するビーム304の両者の空間強度分布を対数表示している。

【0038】収差ビームの副ローブに含まれるエネルギーは、光学系の解像度の上限を決定する。副ローブのエネルギーが大きすぎる場合、収差ビームは、光学系が適切な解像度を保持可能な程度に集光されない。本発明においては、マイクロミラー44が空間フィルタとして使用され、ソースビームに存在する収差の影響を比較的受けない基準ビームを生成する。マイクロミラー44は、副ローブエネルギーがマイクロミラーを通過可能であるとともに、ソースビームの強度分布の中心ローブに含まれるエネルギーを反射可能な大きさにしなければならない。従って、マイクロミラー44は、集光ビームの空間強度分布の中心ローブのほぼ横方向の寸法218を越えない反射体を備えている必要がある。

【0039】マイクロミラー44からの反射エネルギーは、比較的収差の影響を受けない基準ビームを形成する。従って、試験において、当該基準ビームが、放射源からのビーム中の収差を測定する際の比較の基準として使用される。

【0040】反射用に選択されたビーム部分が反射された基準ビームの精度及び強度を決定する役割を果たすということは、当業者にとって認識される。マイクロミラー44を本発明の干渉計に適用する場合、マイクロミラーの横方向の寸法が集光ビームの空間強度分布の中心ローブの直径の約3分の1となるように、ビームの反射される部分が選択されるべきであることを確かめた。この距離は、図2の距離240によって示される。距離240は、曲線202と、コマ収差を有する収差ビームの空間強度分布曲線230との交点242及び244によっても示される。このことは、マイクロミラーがより小さな好適な寸法240の場合、副ローブ236に存在するエネルギーが反射されないことを証明している。

【0041】再び図1を参照すると、試験経路ビーム40及び基準経路ビーム42がフリンジカメラ24の(独立して図示していない)ピックアップに同時に入射することによって、複数の縞を呈する干渉パターンが形成される。フリンジカメラ24は、縞の像を検出し、このような像を電気フリンジ信号22に変換し、モニタ56及び波面分析器16に供給する。モニタ56は縞の像を表示する。この像は、干渉計10に対するSUT12のアラインメント及び照準をモニタするのに使用される。この構成によって、オペレータが、干渉計10に対するS

UT12のアラインメント及び照準に関する残りの微細な誤差を補正することができる。波面分析器16は、フリンジ信号22に基づき動作して、基準ビームが呈する理想波面に対するSUT12の波面のクオリティを示すとともに評価する。

【0042】波面分析器16は、PC及び好適なインターフェイスデバイスなどのコンピュータによって構成することができる。フリンジカメラ24からのフリンジ信号22は、PCとインターフェイスするビデオ信号デジタイザ(図示せず)への入力を構成する。エムユーテック(MU Tech)から供給される「エムビジョン1000フレームグラッパ(M Vision 1000 Frame Grabber)」などの標準的なビデオ信号デジタイザは、PCとインターフェイスするフリンジ信号22の必要なデジタル化を実行する。その後、波面分析器16のPCは、デジタル化されたイメージ信号に基づき動作し、実際のビーム波面と理想基準ビームの波面との差を示すデータを生成することができる。

【0043】波面分析器16は、試験経路ミラー38の配置及び移動を、デジタルアナログコンバータカード(図示せず)及び圧電変換器(PZT)54によって制御する。PZT54は、試験経路38を、試験ビーム40の伝播波方向へ1波長未満だけ移動させ、反射された基準ビーム部分50に対する試験ビーム40の位相を変更できるように構成する。このようにして、SUT12からの波面は、幾つかの異なるビーム位相において、反射された基準経路50の波面と干渉し、両者の変化をより完全に表示できるようにしている。

【0044】波面分析器16のPCは、ソフトウェアを実行してビームの波面測定データを供給する。好適なソ*30

*ソフトウェアは、完全な平面、球面または円筒形の形で伝播する波面に対する、SUT12から伝播する波面の変化を示すデータを生成するように構成されている。さらに、ゼルナイキ(Zernike)多項式として知られている数学的な関数によってソースビーム波面の変化を示すデータも、デジタル化されたフリンジ信号22に基づくソフトウェアの動作によって生成される。

【0045】たとえば、平面波面に関連する測定データは、平面方程式 $z = Ax + By + C$ と観測される波面との相違を示している。当該データは、xおよびy軸の傾き、極大、極小並びに極大-極小間の値、及び残りの適切な二乗平均平方根(rms, root mean squared)誤差も示す。平面波面に関連する測定データは、x軸及びy軸の傾きが減算または因数分解されることに起因して観察される変化も有している。さらに、球面波面に関連する測定データは、観察される波面の球面パワーの係数も有している。円筒形の波面に関連する測定データは、観察される波面の非点収差の係数を有している。

【0046】本発明を所定の好適な実施の形態を参照して詳細に説明したが、本発明は、当該実施の形態に限定されないことが認識される。むしろ、本発明を実施するための現在のベストモードを記載している当該明細書の開示を参照すれば、本発明の範囲及び概念を逸脱することなく多くの変形及び変更が可能であることは当該分野における当業者にとって明らかである。従って、本発明の範囲は、上記の説明によってではなく、特許請求の範囲の記載によって規定される。特許請求の範囲と均等な範囲に含まれるすべての変更、修正及び変形は、特許請求の範囲に含まれると解釈すべきである。

【0047】添付書類A

マイクロミラー干渉計パーツリスト

コンピュータ: PC、PCIバス カード:

1 エムユーテック、エム-ビジョン1000フレーム
グラッパ(MU Tech, M-Vision 1000 Frame Grabber)
(フリンジカメラ用)

1 ケイスレイ、DAC-02アナログ出力ボード
(Keithley, DAC-02 Analog output board)
(PZT高電圧サブライ用の05ボルト入力)

カメラ: 2 コーファー、1100 アールエス-170
(Cohu, 1100 RS-170)、1/2インチフォーマット

PZT 1 ポリテック ピーアイ、ピー-241.00、
(Polytec PI, P-241.00)

5 ミクロン圧電変換器

PZT高電圧サブライ 1 ポリテック ピーアイ、ピー-261.20、
(Polytec PI, P-261.20)

オーイーエム増幅器モジュール

光学系:

試験経路ミラー 1 直径1インチ、厚さ3/8インチ
(PZTに取り付けられる。当該ミラーを移動
させることによって位相が推移する。)

11

12

- 50/50ビームスプリッタ 1 直径1.5インチ、厚さ3/8インチ
(試験経路への1/2の光と、基準経路への1/2の光とに分割)
- マイクロミラー 1 直径12.7mmのガラス製ディスク上に20ミクロンのクロムドット、ARコーティング
- 基準レンズ 1 焦点距離200mmのレンズ(光をマイクロミラーに集光させるのに使用される)
- イメージレンズ(フリンジカメラ) 1 焦点距離300mmのレンズ(レーザ源の開口をフリンジカメラに結像させる)
- イメージレンズ
(アラインメントカメラ) 1 20倍顕微鏡対物レンズ
(マイクロミラー及び基準経路の集光ビームを結像させる。レーザ源を干渉計に対してアラインメントするのに使用される。)
- アラインメントモニタ 1 標準B&Wカメラモニタ(アラインメントカメラまたはフリンジカメラをリアルタイムで監視するた
めに使用される。)

【図面の簡単な説明】

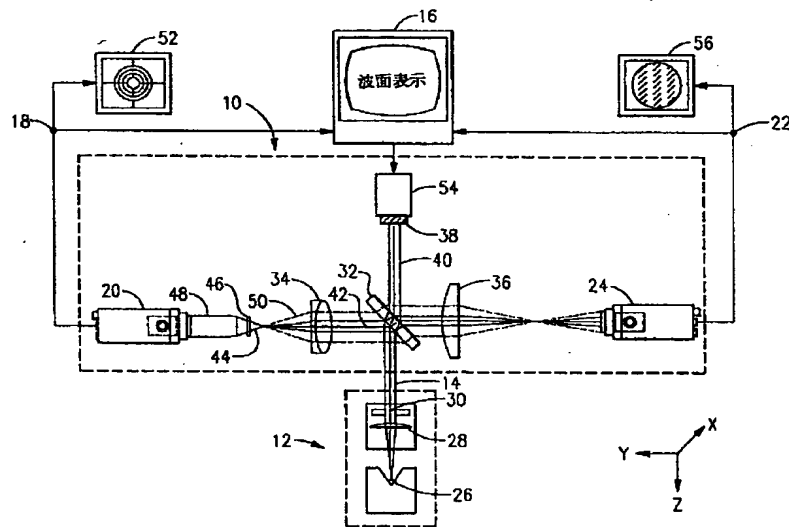
【図1】本発明による干渉計を示す概略ブロック図である。

【図2】非収差ビーム及び収差ビームの両者の空間強度*

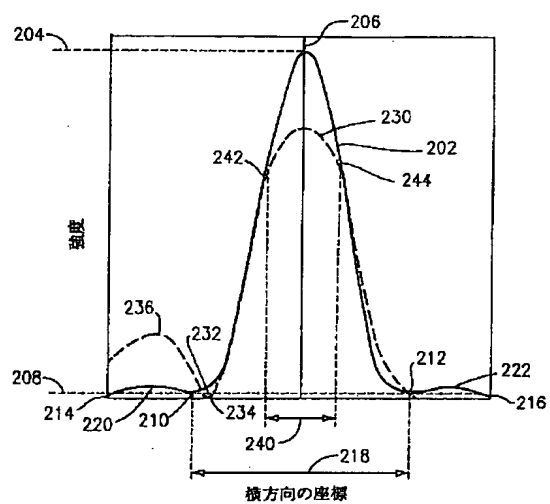
*分布のプロットを示す図である。

【図3】図2に示すプロットされた曲線を対数表示している図である。

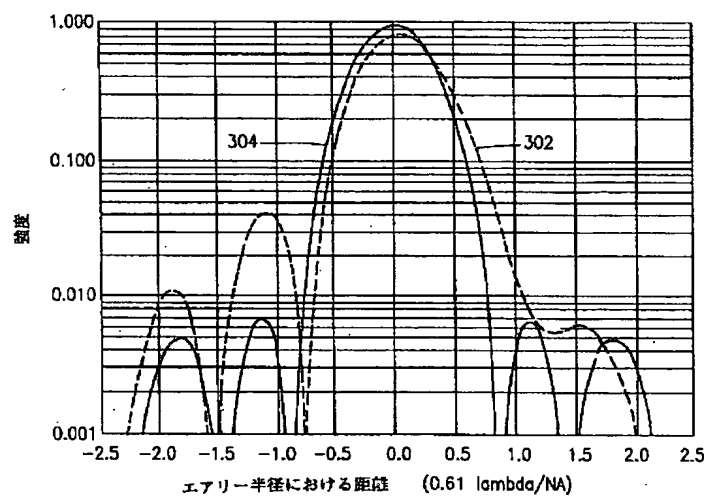
【図1】



【図 2】



【図 3】



【公報種別】特許法第17条の2の規定による補正の掲載
【部門区分】第6部門第1区分
【発行日】平成15年6月13日(2003.6.13)

【公開番号】特開平8-297009
【公開日】平成8年11月12日(1996.11.12)
【年通号数】公開特許公報8-2971
【出願番号】特願平8-97268
【国際特許分類第7版】

G01B 9/02

【F1】

G01B 9/02

【手続補正書】

【提出日】平成15年3月3日(2003.3.3)

【手続補正1】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】特許請求の範囲

【補正方法】変更

【補正内容】

【特許請求の範囲】

【請求項1】 ソースビームを試験ビーム及び基準ビームに分割するためのビームスプリッタと、干渉パターンを検出するための結像デバイスと、前記試験ビームの経路に配置され、前記試験ビームを前記結像デバイスの方向へ反射するためのミラーと、前記基準ビームの経路に配置され、前記基準ビームの一部を前記結像デバイスの方向へ反射するためのマイクロミラーと、前記基準ビームの経路であって、前記ビームスプリッタと前記マイクロミラーとの間に配置され、前記基準ビームを前記マイクロミラーに集光させるための集光手段と、を備え、前記マイクロミラーの横方向の寸法が、前記集光手段によって集光される前記基準ビームの中心ローブのほぼ横方向の寸法を越えることなく、前記試験ビームが前記ミラーによって反射され、及び前記基準ビームの一部が前記マイクロミラーによって反射され、これにより、前記反射された試験ビーム及び前記基準ビームの前記反射された部分の両者が前記結像デバイスに入射して、当該結像デバイスに測定可能な干渉パターンを形成する干渉計。

【請求項2】 ビームの収差の影響を低減するための空間フィルタにおいて、当該フィルタが、透明ベース上に配置された反射体を備え、当該反射体の横方向の寸法が、前記反射体に集光される前記ビームの空間強度分布の中心ローブのほぼ横方向の寸法を越えない空間フィルタ。

【請求項3】 波面測定システムのビームをフィルタ処

理するための方法において、前記ビームを集光するための工程と、前記集光されたビームの第1部分を反射する工程であって、前記第1部分は、前記ビームの集光時に、前記ビームの空間強度分布の中心ローブのほぼ横方向の寸法を越えない中心部分を有する工程と、前記ビームの第2部分を伝達する工程であって、前記第2部分は、前記第1部分の外側に存する部分を含む工程と、を備えている方法。

【請求項4】 ビームをフィルタ処理する方法において、反射一伝達表面上にビームを集光すること、前記反射一伝達表面から前記ビームの中心部分を反射すること、前記中心部分の外側に存する前記ビームの部分を伝達すること、整合観察システムによりビームの伝達された部分を受け取ること、及び前記ビームの前記反射された中心部分を試験ビームと組み合わせ、干渉パターンを発生すること、を含む方法。

【請求項5】 請求項4記載の方法において、前記ビームは、中心ローブを含む空間強度分布を有し、更に、反射一伝達表面上に前記ビームの中心部分を反射することを含み、これにより、前記反射された中心部分は、前記集光されたビームの空間強度分布の中心ローブのほぼ横方向の寸法を越えない方法。

【請求項6】 請求項5記載の方法において、前記反射一伝達表面により反射された前記ビームの中心部分の前記寸法は、前記ビームの空間強度分布の中心ローブの横方向寸法のほぼ1/3である方法。

【請求項7】 請求項4記載の方法において、前記集光するステップは、ビームスプリッタにより実行される方法。

【請求項8】 請求項4記載の方法において、前記中心部分を反射する前記ステップは、前記ビームの経路に配置されたマイクロミラーにより実行される方法。

【外国語明細書】

1 Title of Invention

INTERFEROMETER HAVING A MICROMIRROR

2 Claims

14

What is claimed is:

- 1 1. An interferometer comprising:
 - 2 a beamsplitter for splitting a source beam into a test beam and a reference
 - 3 beam;
 - 4 an imaging device for detecting an interference pattern;
 - 5 a mirror disposed in a path of said test beam for reflection of said test beam
 - 6 towards said imaging device;
 - 7 a micromirror disposed in a path of said reference beam for reflection of a portion
 - 8 of said reference beam toward said imaging device;
 - 9 focusing means disposed in a path of said reference beam between said
 - 10 beamsplitter and said micromirror for focusing said reference beam on said
 - 11 micromirror;
 - 12 said micromirror having a lateral dimension not exceeding the approximate
 - 13 lateral dimension of a central lobe of said reference beam focused thereon by said
 - 14 focusing means;
 - 15 whereby said test beam is reflected by said mirror and a portion of said reference
 - 16 beam is reflected by said micromirror, such that said reflected test beam and said
 - 17 reflected portion of said reference beam are both incident upon said imaging
 - 18 device and form a measurable interference pattern thereon.
- 1 2. A spatial filter for reducing effects of aberration in a beam, said filter compris-
 - 2 ing a reflector disposed upon a transparent base wherein said reflector having a
 - 3 lateral dimension not exceeding the approximate lateral dimension of a central lobe
 - 4 of the spatial intensity distribution of said beam focused upon said reflector.
- 1 3. A method of filtering a beam in a wavefront measurement system, said
 - 2 method comprising the steps of:
 - 3 focusing said beam;

整理番号 95105007

15

- 4 reflecting a first portion of said focused beam, said first portion comprising a
- 5 central portion not exceeding the approximate lateral dimension of a central lobe of
- 6 the spatial intensity distribution of said beam when focused;
- 7 transmitting a second portion of said beam, said second portion comprising a
- 8 portion lying outside of said first portion.

整理番号 95105007

3 Detailed Description of Invention

INTERFEROMETER HAVING A MICROMIRROR

This invention relates to optical beam test systems, and more specifically to an interferometer having a micromirror for measuring the quality of an optical beam wavefront.

5 Several systems exist for extracting a reference beam from a beam of a source under test. Such reference beams have been found useful in applications such as interferometry. Some systems use a pinhole, i.e. a very small opening, to generate a reference beam from the beam coming from the source to be tested. Generating a reference beam from the original source
10 beam helps to provide a reference beam which has the same wavelength and a constant phase relationship to the original source beam. Frequently, a pinhole is used to provide a reference beam which is relatively free from the effects of aberration present in the source beam. It is well known that when a sufficiently small pinhole is placed in the path of an aberrated beam, a relatively
15 clean beam is produced because most of the energy present due to the aberration is not passed.

In some existing interferometer systems, a beam expander has been used to remove aberration from the beam used as a reference. An existing interferometer system is described in "A Phase Measuring Radial Shear
20 Interferometer for Measuring the Wavefronts of Compact Disc Laser Pickups", B.E. Truax, Proceedings of SPIE--The International Society for Optical Engineering, Vol. 661 (1986), 74 ("Truax"). In the system described therein, the interferometer is placed at the output of a laser beam source. A beamsplitter splits the source beam into a test beam and a reference beam.
25 An aperture is used in conjunction with a beam expander to remove aberration from the beam to be used for reference.

Such aperture/beam expander systems generally accept a collimated beam input and produce a collimated output. In such systems, the beam is passed through an aperture to filter out aberration energy which is proportion-
30 ally greater away from the center of the beam. The resulting filtered beam, now

整理番号 95105007

2

narrower, is then expanded, in order to restore it to the width of the source beam.

5 As stated, such systems generally accept a collimated beam input. Since the beam is collimated, its energy is not as concentrated in the center as in a focused beam. In a 10% aperture-10X beam expander system, the aperture has one tenth the diameter of the beam. Thus, the area of the aperture is approximately one hundredth of the area of the original beam. When such a 10% aperture system is used as typically with a collimated beam, substantially all of the energy of the beam does not pass the aperture. This great loss in
10 energy places a lower limit on the power level of the sources which can be tested in such systems.

In the system described in Truax, the test beam and the reference beam returning from the beam expander are recombined in the beamsplitter and guided by a set of lenses and a mirror to form an interference pattern on the pickup of a video camera. The interference pattern is analyzed to generate
15 data representing the departure of the source beam from that which produces an ideal wavefront.

A disadvantage of the system described in Truax is that the interferometer must be reconfigured to a different setup from that used for testing in order to check and correct the alignment and placement of the system elements and
20 the source. For example, in the system described in Truax, a mirror is slid into place to block light from striking the video camera from the normal direction used in test. The beam from the source is focused onto the center of a surface where a pinhole lies. A portion of the focused beam is reflected back from the surface and guided through alignment lenses to the sliding mirror where it is
25 reflected into the video camera.

An LED is used to illuminate the pinhole from the reverse direction as occurs during the test. Elements of the system are then adjusted and aligned while the pinhole is illuminated from the rear so that the backlit image of the
30 pinhole overlays the image of the focused spot produced by the source to be

整理番号 95105007

3

tested. When alignment is completed, the sliding mirror is slid out of the path of the beam, and the interferometer is reconfigured to the test setup.

Changing the test setup during the alignment operation has the disadvantages of increased system complexity and the inability to permit the alignment to be checked while the system is configured for testing.

It is, therefore, an object of the present invention to provide an optical filter which provides a first beam relatively free of aberration while simultaneously providing a second beam which can be used for alignment observation purposes.

A further object of this invention is to provide an interferometer which has a micromirror for generating a reference beam which is relatively free of aberration present in the source beam.

Another object of the present invention is to provide an interferometer, the setup of which need not be altered during the alignment operation.

These and other objects of the invention are provided by an interferometer having a micromirror for generating a reference beam which is relatively free from the effects of aberration in a source beam.

The interferometer is used to create and detect an interference pattern for output to an interference pattern analyzer. The interferometer according to the present invention accepts a source beam input from a source under test. The present interferometer is provided with a beamsplitter for splitting the source beam into a test beam and a reference beam. The interferometer has a mirror disposed in the path of the test beam for reflecting the test beam back toward the beamsplitter. This mirror can be movable longitudinally with respect to the test beam for varying the phase of the test beam in relation to the phase of the reference beam.

A micromirror is placed in the path of the reference beam for reflecting a portion of the reference beam back to the beamsplitter. Focusing means, such as a lens, in the path of the reference beam between the beamsplitter and the micromirror is used to focus the reference beam onto the micromirror. The

整理番号 95105007

4

micromirror has a reflector of lateral dimension which does not exceed the approximate lateral dimension of the central lobe of the spatial intensity distribution of the reference beam focused thereon by the focusing means. The lateral dimension of the micromirror is preferably about one third of the lateral dimension of the central lobe of the spatial intensity distribution of the focused reference beam. The interferometer preferably includes an alignment detector positioned behind the micromirror.

The micromirror of the present invention, having a reflective area smaller than the central lobe of the focused reference beam, also serves as a spatial filter for reducing the effects of aberration in a beam.

The filter includes a reflector having a lateral dimension which does not exceed the approximate lateral dimension of the central lobe of the beam focused upon the reflector. The lateral dimension of the reflector preferably does not exceed approximately one third the lateral dimension of the central lobe of the focused beam.

The present invention also provides a method for filtering a beam. The beam is focused upon a reflective-transmissive surface. A central portion of the beam is reflected while another portion lying outside the central portion is transmitted. The central reflected portion does not exceed the approximate lateral dimension of the central lobe of the spatial intensity distribution of the focused beam.

The dimension of the portion reflected is preferably about one third of the lateral dimension of the central lobe of the beam's spatial intensity distribution. It will be appreciated by those skilled in the art that the accuracy and intensity of the reflected beam are influenced by the dimension of the portion selected to be reflected. Selecting a smaller portion for reflection will yield a more accurate, i.e. less aberrated reference beam, while selecting a larger portion for reflection will yield a reference beam of greater intensity.

The micromirror functions as, and provides, a spatial filter which simultaneously provides a reflected beam portion known as a reference beam

整理番号 95105007

5

for interfering with a portion of the unfiltered incoming test beam, and a transmitted beam portion to be received by an alignment observation system.

5 A method for filtering a beam permits a portion of the filtered beam to be received by an alignment observation system. The method permits the pointing and alignment of a wavefront measurement system, e.g. an interferometer, to be monitored without a change in the configuration of the wavefront measurement system.

10 One preferred embodiment of the interferometer according to the present invention includes a beamsplitter for splitting a source beam into a test beam and a reference beam, an imaging device for detecting an interference pattern, a mirror disposed in a path of the test beam for reflection of the test beam towards the imaging device, a micromirror disposed in a path of the reference beam for reflection of a portion of the reference beam toward the imaging device, and a focusing mechanism disposed in a path of the reference beam
15 between the beamsplitter and the micromirror, employed for focusing the reference beam on the micromirror. According to one aspect of this invention, the micromirror has a lateral dimension not exceeding the approximate lateral dimension of a central lobe of the reference beam focused thereon by the focusing mechanism whereby the test beam is reflected by the mirror and a
20 portion of the reference beam is reflected by the micromirror, so that the reflected test beam and the reflected portion of the reference beam are both incident upon the imaging device and form a measurable interference pattern thereon. The above embodiment of the present interferometer may further include an alignment detector disposed behind the micromirror.

25 In accordance with another aspect of the present invention there is provided a spatial filter for reducing effects of aberration in a beam. This filter includes a reflector disposed upon a transparent base wherein the reflector has a lateral dimension not exceeding the approximate lateral dimension of a central lobe of the spatial intensity distribution of the beam focused upon the
30 reflector.

整理番号 9 5 1 0 5 0 0 7

6

According to yet another aspect of this invention, there is disclosed a method of filtering a beam in a wavefront measurement system. This method includes the steps of focusing the beam, reflecting a first portion of the focused beam, this first portion comprising a central portion not exceeding the approximate lateral dimension of a central lobe of the spatial intensity distribution of the beam when focused, transmitting a second portion of the beam, and this second portion including a portion lying outside of the first portion.

Further objects of the present invention together with additional features contributing thereto and advantages accruing therefrom will be apparent from the following description of a preferred embodiment of the invention which is shown in the accompanying drawing, wherein:

Fig. 1 is a schematic block diagram of an interferometer according to the present invention;

Fig. 2 shows a plot of the spatial intensity distribution for both nonaberrated and aberrated beams; and

Fig. 3 is a logarithmic representation of the plotted curves illustrated in Fig. 2.

With reference now to Fig. 1, there is shown an interferometer 10 for use in taking measurements of a source under test or "SUT" 12. Coupled to the input of the interferometer 10 is a beam 14 from SUT 12. The output of the interferometer 10, as comprised by an alignment signal 18 from an alignment camera 20 and a fringe signal 22 from a fringe camera 24, form the inputs to a wavefront analyzer 16. Within SUT 12 is a point source of radiation 26, a collimator 28, and an exit pupil 30 which forms a beam aperture for establishing the width of the beam exiting the SUT 12.

Within the interferometer 10 is a beamsplitter 32, a reference path lens 34, an image lens 36, a test path mirror 38, a micromirror 44, an appropriate alignment image signal transducer which can be a video camera and which is implemented in the present embodiment as alignment camera 20, and a fringe

整理番号 95105007

7

image signal transducer which can also be a video camera such as the fringe camera 24.

As illustrated in Fig. 1, beamsplitter 32 splits the beam 14 exiting from the SUT 12 into two beams, a test path beam 40 and a reference path beam 42. The test path beam 40 travels from the beamsplitter 32 to the test path mirror 38, whereupon it is reflected back to the beamsplitter 32 and reflected thereby to the fringe camera 24. The reflected test path beam is then focused by the image lens 36 to form an image of the exit pupil 30 on the fringe camera 24. The reference path beam 42 travels away from the beamsplitter 32 and is converged by the reference path lens 34 upon micromirror 44. The distance between the beamsplitter 32 and the test path mirror 38 is preferably chosen to equal the distance between the beamsplitter 32 and the micromirror 44, so that the beams returning from the test path mirror 38 and the micromirror 44 and incident upon the fringe camera 24 are phase stationary with respect to each other, and can form interference fringes for analysis by the wavefront analyzer 16.

The micromirror 44 reflects energy only from the central portion of the focused beam, and allows the remaining energy to pass through a transparent base 46 and an alignment image lens 48 to the alignment camera 20. A portion 50 of the reference beam 42 which is reflected by micromirror 44 is collimated by the reference path lens 34, passed through the beamsplitter 32 and the image path lens 36 which images the exit pupil 30 onto the pickup of the fringe camera 24.

The alignment camera 20, together with the alignment image lens 48, is positioned behind the micromirror 44 and the transparent base 46. Light from the reference path beam 42 which strikes the transparent base 46 but not the micromirror 44 causes an image of the focused spot along with a resulting shadow caused by the micromirror 44 to be cast upon the alignment camera 20.

整理番号 95105007

8

The alignment signal 18 is output from the alignment camera 20 to a monitor 52 for verification of proper alignment of the micromirror 44. Monitor 52 displays an image of the focused spot and the resulting shadow caused by micromirror 44. An operator viewing the display may adjust the position of the micromirror 44 or other elements including the SUT 12 so as to ensure correct pointing, horizontal alignment, and focusing of the reference path beam 34 upon the micromirror 44. Generally, elements of interferometer 10 are adjusted for some standard conditions, and then the pointing and alignment of the SUT 12 is adjusted. The pointing of the SUT 12 can be adjusted by moving the point source 26 laterally with respect to the collimator 28. It will be appreciated from the foregoing that the source pointing and alignment can be observed and adjusted without any change in the configuration of interferometer 10.

Micromirror 44 can be constructed by any of several known processes, such as selective plating and photolithography on a transparent substrate such as glass. Appendix A is a listing of components, including commercially available items, capable of being used to build the spatial filter and interferometer of the present invention.

The function of the micromirror 44 is to generate a reference beam from the source beam which is relatively free of the effects of aberration in the source beam. The selection of the size of the micromirror is described below with reference to Fig. 2.

In Fig. 2, a curve 202 represents the spatial intensity distribution, expressed as intensity versus lateral coordinate, of a focused beam which is free from aberration effects. The nonaberrated beam is pointed and aligned so that a peak intensity 204 occurs at a centerline 206. Minimums of intensity 208 occur at first minimum points 210 and 212, also known as zero order diffraction minima or first nulls. The spatial intensity distribution of the nonaberrated beam 202 also displays second minimum points 214 and 216. These minimum points are also known as first order diffraction minima or second nulls.

整理番号 95105007

9

The relatively high intensity area between the first minimum points 210 and 212 defines a central lobe of the intensity distribution. The lateral dimension of the central lobe is defined by a distance 218 between first minimum points 210 and 212. Generally, the lateral dimension of the central lobe of the spatial intensity distribution can be estimated mathematically, given such factors as the numerical aperture of the focusing lens and the wavelength used. Alternatively, the lateral dimension 218 of the central lobe can be determined empirically from measurements taken of similar sources and the particular optics used.

Sidelobes 220 and 222 are defined by the area between first minimum points 210, 212 and second minimum points 214, 216 respectively. In a focused nonaberrated beam most of the energy is concentrated in the central lobe as defined by the area under curve 202 between first minimum points 210 and 212. Relatively little energy lies in sidelobes 220 and 222.

A curve 230 shows the spatial intensity distribution of a focused beam which displays a particular type of aberration known as coma. This type of aberration causes the beam's intensity distribution to become nonsymmetrical such that it is shifted somewhat to one side. On the opposite side, the intensity of a sidelobe 236 remains relatively higher than the intensity of the sidelobe 220 of the nonaberrated beam. Therefore, more energy is present in the sidelobe 236 of the aberrated beam having coma than the sidelobe 220 of the nonaberrated beam. Fig. 3 shows a logarithmic representation of the spatial intensity distribution of both a nonaberrated beam 302 and a beam having coma 304.

The energy contained in the sidelobes of an aberrated beam place an upper limit on the resolution capability of the optical system. If sidelobe energy is too great, the aberrated beam cannot be focused to a sufficient degree to permit the optical system to resolve properly. In the present invention, the micromirror 44 is used as a spatial filter to generate a reference beam which is relatively free from the effects of aberration present in the source beam. The

整理番号 95105007

10

micromirror 44 must be sized to reflect energy contained in the central lobe of the intensity distribution of the source beam, while permitting the sidelobe energy to pass by the micromirror. Therefore, the micromirror 44 should have a reflector which does not exceed the approximate lateral dimension 218 of the central lobe of the focused beam's spatial intensity distribution.

The reflected energy from the micromirror 44 forms a reference beam which is relatively free from aberration. Therefore, the reference beam can be used as a basis for comparison for measuring aberration in the beam from a source under test.

It will be appreciated by skilled practitioners that the portion of the beam selected for reflection plays a role in determining the accuracy and intensity of the reflected reference beam. For application of the micromirror 44 in an interferometer of the present invention, it has been found that the portion of the beam to be reflected should be selected so that the lateral dimension of the micromirror is about one third the diameter of the central lobe of the spatial intensity distribution of the focused beam. This distance is represented by a distance 240 as illustrated in Fig. 2. Distance 240 is also represented by intersection points 242 and 244 between curve 202 the spatial intensity distribution curve 230 of the aberrated beam having coma. This demonstrates that energy present in sidelobe 236 is not reflected when the micromirror is of the smaller preferred dimension 240.

With reference again to Fig. 1, the simultaneous incidence of the test path beam 40 and the reference path beam 42 upon the pickup (not separately marked) of the fringe camera 24 forms an interference pattern which exhibits a number of fringes. Fringe camera 24 detects an image of the fringes and converts such image into the electrical fringe signal 22 for further transmission to a monitor 56 and the wavefront analyzer 16. Monitor 56 displays an image of the fringes. This image can be used to monitor of the alignment and pointing of the SUT 12 into the interferometer 10. This arrangement permits an operator to correct residual fine error in the alignment and pointing of the SUT

整理番号 95105007

11

12 with respect to the interferometer 10. The wavefront analyzer 16 operates upon the fringe signal 22 to map and measure the wavefront quality of the SUT 12 in relation to an idealized wavefront as represented by the reference beam.

5 Wavefront analyzer 16 can be implemented by any computer such as a PC, and appropriate interfacing devices. The fringe signal 22 from the fringe camera 24 forms the input to a video signal digitizer (not shown) for interfacing into the PC. Any standard video signal digitizer such as the "M Vision 1000 Frame Grabber" available from MU Tech will perform the necessary digitization of the fringe signal 22 for interfacing into the PC. The PC in the wavefront
10 analyzer 16 can then operate upon the digitized image signal to create data representative of the difference between the actual beam wavefront and that of the idealized reference beam.

Wavefront analyzer 16 controls the placement and movement of the test path mirror 38 through digital analog converter card (not shown) and a
15 piezoelectric translator (PZT) 54. PZT 54 is provided to move the test path mirror 38 in the direction of the propagating wave of the test beam 40 in increments of less than one wavelength so as to vary the phase of the test beam 40 with respect to the reflected reference beam portion 50. In this way, the wavefront from the SUT 12 can be made to interfere with the wavefront of
20 the reflected reference path 50 for several different phases of the beam so as to form a more complete representation of the variations between the two.

The PC of the wavefront analyzer 16 runs software to provide wavefront measurement data for the beam. Appropriate software is provided to generate data representing the variation of the wavefront propagated from the SUT 12
25 with respect to a wavefront which propagates with perfect planar, spherical or cylindrical geometry. In addition, data representing the variation of the source beam wavefront in terms of mathematical functions known as Zernike polynomials is also produced by operation of the software upon the digitized fringe signal 22.

整理番号 95105007

12

For example, the measurement data referenced to a planar wavefront indicates the difference of the observed wavefront from the plane equation $z = Ax + By + C$. The data also indicates the x and y axis tilt; the peak, valley, and peak-valley values; and the residual fit root mean squared (rms) error. The measurement data referenced to a planar wavefront is also provided with the observed variation due to x and y axis tilt subtracted or factored out. In addition, the measurement data referenced to a spherical wavefront also includes a factor for the spherical power of the observed wavefront. The measurement data referenced to a cylindrical wavefront includes a factor for the astigmatism of the observed wavefront.

While this invention has been described in detail with reference to a certain preferred embodiment, it should be appreciated that the present invention is not limited to that precise embodiment. Rather, in view of the present disclosure which describes the current best mode for practicing the invention, many modifications and variations would present themselves to those of skill in the art without departing from the scope and spirit of this invention. The scope of the invention is, therefore, indicated by the following claims rather than by the foregoing description. All changes, modifications, and variations coming within the meaning and range of equivalency of the claims are to be considered within their scope.

APPENDIX A

Micro Mirror Interferometer Parts List:

Computer:	PC, PCI bus	Cards:	1	MU Tech, M-Vision 1000 Frame Grabber (for the fringe camera)
			1	Keithley, DAC-02 Analog output board (05 volt input for PZT high voltage supply)
Camera:			2	Cohu, 1100 RS-170, 1/2" format

整理番号 95105007

		13	
	PZT	1	Polytec PI, P-241.00, 5 micron piezo translator
	PZT High Voltage Supply	1	Polytec PI, P-261.20 OEM amplifier module
5	Optics: Test path mirror	1	1" diameter, 3/8" thick, (mounted on the PZT, movement of this mirror is used for phase shift)
10	50/50 Beam-splitter	1	1.5" diameter, 3/8" thick, (splits 1/2 the light to the test path and 1/2 the light to the reference path)
	Micro Mirror	1	20 micron chrome dot on a 12.7 mm. diameter glass disk, AR coated.
	Reference lens	1	200 mm fl lens (used to focus light on the micro mirror)
15	Image lens (Fringe Camera)	1	330 mm fl lens (images the laser source aperture on the fringe camera)
20	Image lens (Alignment Camera)	1	20X microscope objective (images the micro mirror and the focused beam of the reference path, used to align the laser source to the interferometer)
	Alignment monitor	1	Standard B&W camera monitor, (used for real time viewing of alignment camera or fringe camera)

整理番号 95105007

4 Brief Description of Drawings

Fig. 1 is a schematic block diagram of an Interferometer according to the present invention;

15 Fig. 2 shows a plot of the spatial intensity distribution for both nonaberrated and aberrated beams; and

Fig. 3 is a logarithmic representation of the plotted curves illustrated in Fig. 2.

Fig. 1

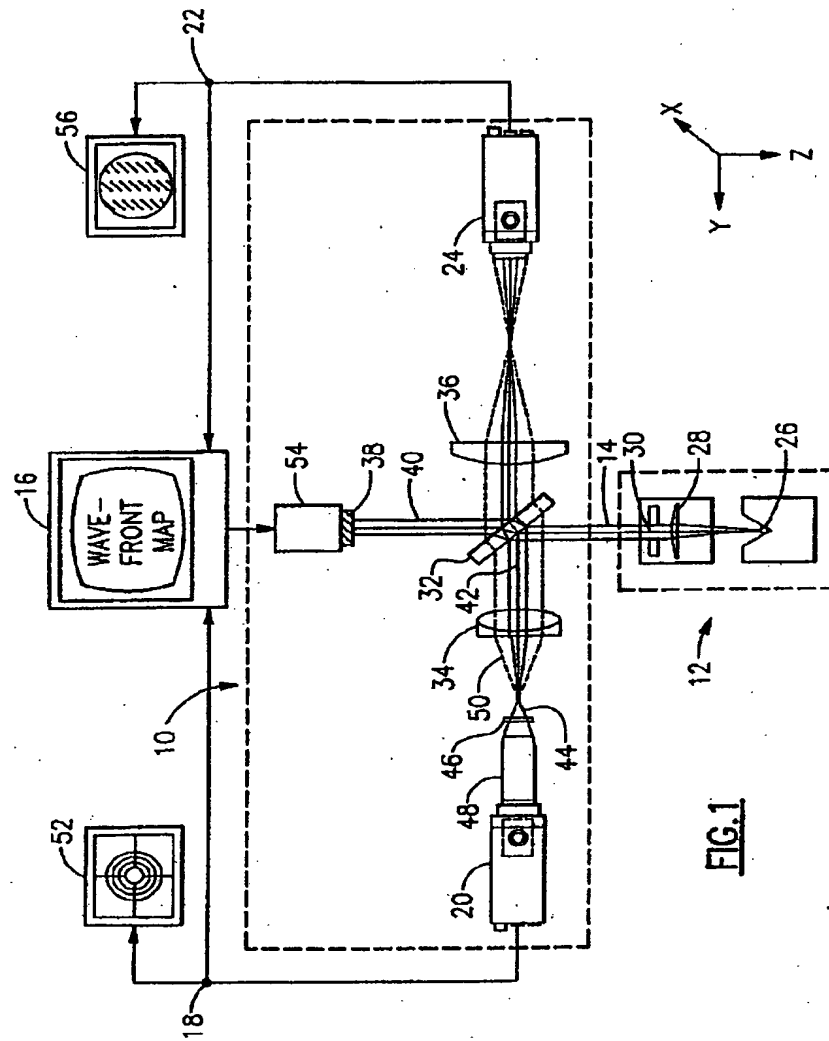


Fig. 2

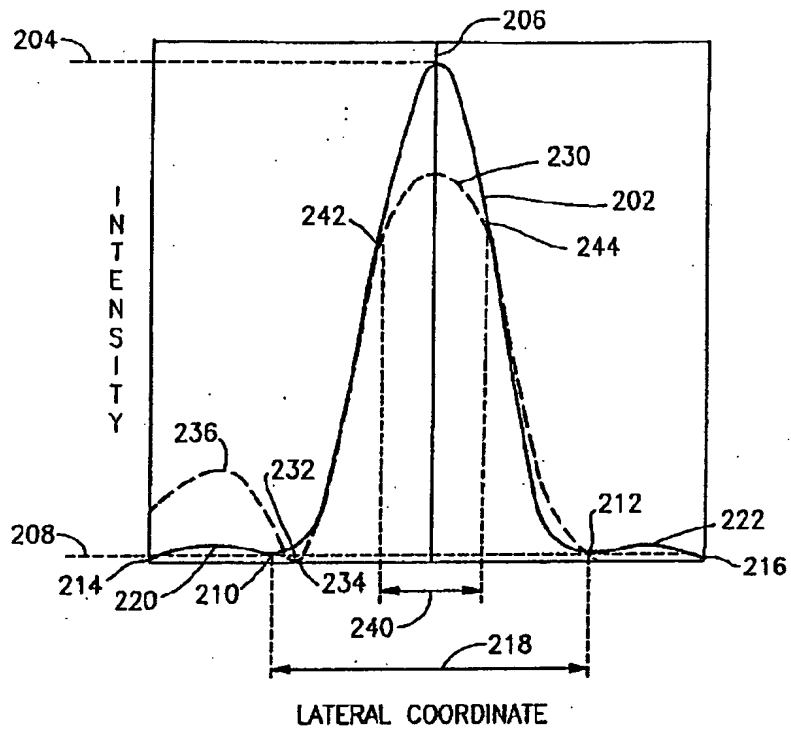
**FIG.2**

Fig. 3

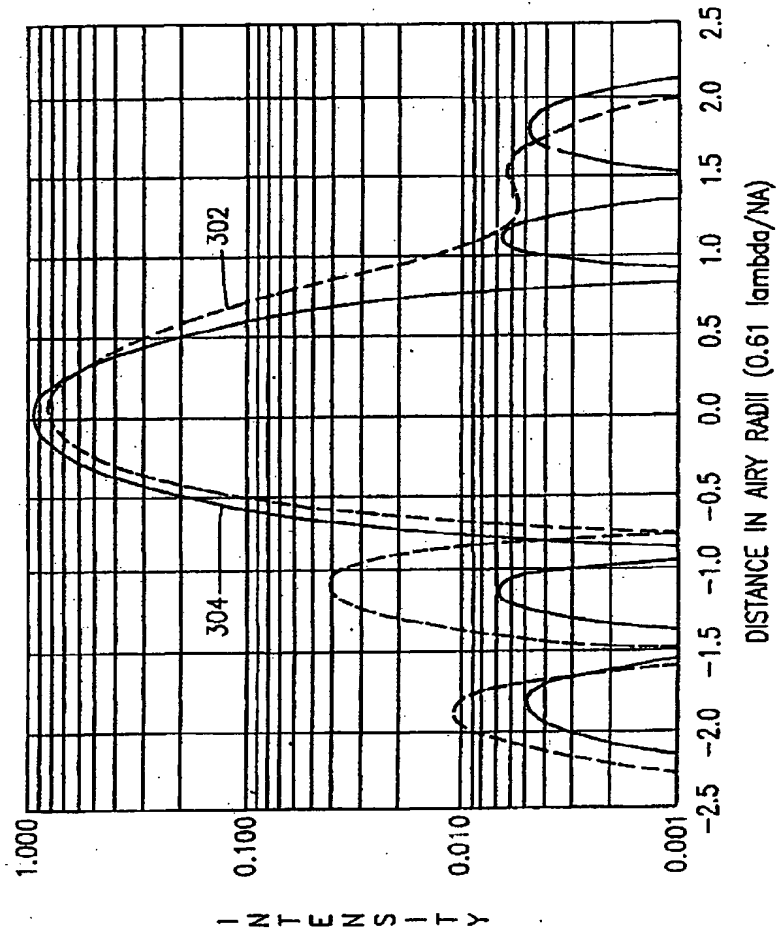


FIG. 3

1 Abstract

ABSTRACT OF THE DISCLOSURE

An interferometer includes a beamsplitter for splitting a source beam into a test beam and a reference beam, an imaging device for detecting an interference pattern, a mirror disposed in a path of the test beam for reflection of the test beam toward the imaging device, a micromirror disposed in a path of the reference beam for reflection of a portion of the reference beam toward the imaging device, and a focusing mechanism disposed for focusing the reference beam on the micromirror. The micromirror has a lateral dimension not exceeding the approximate lateral dimension of a central lobe of the reference beam focused thereon by the focusing mechanism. A spatial filter for reducing effects of aberration in a beam includes a reflector disposed upon a transparent base wherein the reflector has a lateral dimension not exceeding the approximate lateral dimension of a central lobe of the spatial intensity distribution of the beam focused upon the reflector. A method of filtering a beam in a wavefront measurement system is also provided. This method includes focusing the beam, reflecting a particular first portion of the focused beam, and transmitting a second portion of the beam.

FIGDATA\CASES\MM11050\FORAPP.JPG2

2 Representative Drawing

Fig.1

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 08-297009

(43)Date of publication of application : 12.11.1996

(51)Int.Cl.

G01B 9/02

(21)Application number : 08-097268

(71)Applicant : DISCOVISION ASSOC

(22)Date of filing : 15.03.1996

(72)Inventor : PRIKRYL IVAN
HALL HOLLIS O'NEAL II

(30)Priority

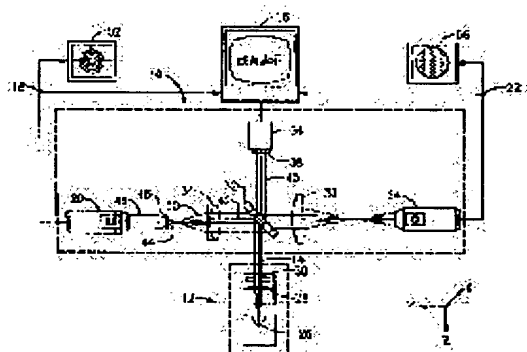
Priority number : 95 418328 Priority date : 07.04.1995 Priority country : US

(54) INTERFEROMETER WITH MICRO MIRROR

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To supply a reference beam which is not affected by the aberration in a source beam and, at the same time, can be used for monitoring an alignment by providing a micro mirror with the function of a space filter in an interferometer.

SOLUTION: A micro mirror 44 is arranged at the path of a reference beam 42 and reflects a part of the reference beam 42 so that it returns to a beam splitter 32. A reference path lens 34 is provided as a focusing means between the beam splitter 32 and the micro mirror 44 of the path of the beam 42 to focus the beam 42 to the micro mirror 44. The micro mirror 44 reflects only the reflection part of the beam 42 due to a reflection body and the remaining energy reaches an alignment camera 30 through a transparent base 46 and an alignment image lens 48. The dimension in side direction of the reflection body should be equal to or lower than (preferably approximately 1/3) the dimension in nearly side direction of the center rope of the space intensity distribution of the beam 42 which is focused by the lens 34.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 11.03.2003

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision
of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's
decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office